

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 770 484

②1 N° d'enregistrement national : 97 13915

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : B 63 B 22/02

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.11.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 07.05.99 Bulletin 99/18.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : DORIS ENGINEERING SOCIETE  
ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : PEPIN LEHALLEUR JEAN FRANCOIS  
MARIE, DORBEC ALAIN CHRISTIAN et FOGLIA VIN-  
CENT FREDERIC PAUL.

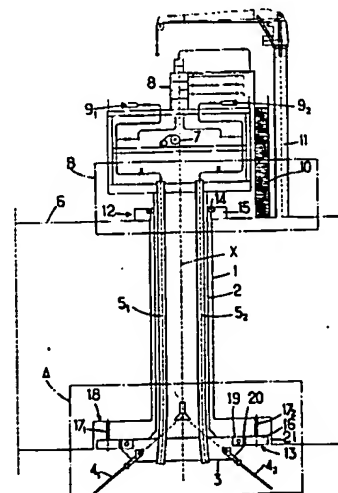
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE.

⑤4 DISPOSITIF DE MOUILLAGE POUR NAVIRE D'EXPLOITATION DE CHAMPS PETROLIERS.

⑤7 Le navire comprend des lignes de mouillage (41, 42)  
raccordées à un touret (2) monté à rotation dans un puits (1)  
ménagé dans la coque du navire. Le touret (2) est maintenu  
dans le puits (1) par des premier (12) et deuxième (13)  
moyens de palier. Le moyen de palier (13) comprend a) une  
couronne (16) sensiblement coaxiale au touret (2) et for-  
mant palier pour celui-ci, b) des moyens (17i) pour supporter  
élastiquement ladite couronne (16) dans son plan, et c) des  
moyens de butée (21) solidaires du navire, disposés autour  
et à distance du touret (2) pour en limiter les déplacements  
horizontaux sous des efforts appliqués au touret (2) surpas-  
sant les valeurs de ces efforts pour lesquels lesdits moyens  
de support élastiques (17i) et la couronne (16) sont dimen-  
sionnés.

Application au mouillage d'un navire du type FPSO.



FR 2 770 484 - A1



La présente invention est relative à un dispositif de mouillage pour navire d'exploitation de champs pétroliers en mer et, plus particulièrement, à un tel dispositif du type comprenant des lignes de mouillage  
5 raccordées à un touret généralement cylindrique d'axe vertical monté à rotation autour de cet axe dans un puits ménagé dans la coque du navire, ledit touret étant maintenu dans ledit puits par des premier et deuxième moyens de palier espacés l'un de l'autre suivant l'axe du  
10 touret.

On connaît des navires de ce type dits "F.P.S.O" (de l'anglais Floating, Production, Storage and Offloading Vessel), conçus pour remplacer les plates-formes fixes classiquement utilisées pour l'exploitation de champs  
15 pétroliers en mer. Le touret qui équipe un tel navire a pour but de permettre au navire de tourner autour de l'axe du touret, de manière à s'aligner avec le courant ou vent dominant, sans que cette rotation ne dérange les lignes de mouillage du navire qui sont connectées au  
20 touret, ou les lignes de transfert de produits pétroliers, ou "risers", qui passent à travers le touret pour décharger sur le navire la production de puits sous-marins.

Le touret est monté à rotation dans le puits de la coque du navire qui le reçoit, par l'intermédiaire d'au  
25 moins un palier à roulements installé au niveau du pont du navire. En l'absence d'un deuxième palier, le palier installé sur le pont doit pouvoir supporter seul, outre le poids du touret, des moments fléchissants très importants dus aux efforts appliqués par les lignes de  
30 mouillage, ce qui implique un dimensionnement en rapport du touret et des roulements du palier, ainsi que des renforts du pont du navire, constitué le plus souvent par un tanker classique converti en navire FPSO.

Pour réduire le coût de ce dimensionnement, on connaît  
35 de la demande internationale de brevet WO 96/27522 la

solution suivant laquelle on dispose un deuxième palier, lisse, au-dessous du niveau du premier. Un jeu est prévu entre les parties du deuxième palier qui sont solidaires du touret et celles qui sont solidaires de la coque du navire, respectivement. Quand un moment fléchissant excédant une valeur prédéterminée s'exerce sur le touret, la mise en butée de ces parties du palier lisse permet de limiter la déflexion du touret. Par contre, l'existence d'un jeu dans le palier autorise l'occurrence de chocs  
5 répétés entre lesdites parties du palier, susceptibles de détériorer le touret et le puits qui le contient, par exemple en cas de forte houle induisant des efforts importants.  
10

Il ressort de ce qui précède que le deuxième palier évoqué ci-dessus n'est pas un palier au plein sens du terme, établissant une liaison permanente entre le touret et la coque du navire.  
15

On connaît aussi des navires à touret dans lesquels le touret est supporté et guidé par deux véritables paliers situés l'un au-dessus, l'autre en dessous, de la ligne de flottaison du navire. De tels paliers permettent de réduire les dimensions du touret et les renforcements nécessaires de la coque du navire. Par contre, il faut prendre des dispositions coûteuses pour assurer la  
20 nécessaire concentricité des deux paliers. En outre, la présence d'un palier en dessous de la ligne de flottaison pose les problèmes qui résultent de l'immersion de ce palier. Lorsque ce palier est formé de roulements mécaniques, il est nécessaire d'isoler ceux-ci de l'eau de mer par des dispositifs d'étanchéité et/ou de  
25 pressurisation qui permettent leur fonctionnement, ainsi que leur accessibilité par le personnel d'entretien. On connaît aussi une solution qui consiste à installer le palier inférieur au niveau de la fibre neutre de la coque  
30 du navire, considérée comme une poutre soumise à des  
35

efforts de flexion, de manière à minimiser l'influence des déformations de la coque qui sont susceptibles d'être transmises au touret par le palier. Mais il faut alors renforcer considérablement la coque au niveau de la fibre neutre, pour supporter le palier, alors qu'à ce niveau, 5 situé sensiblement à mi-coque, la structure du tanker d'origine n'est pas prévue pour supporter des efforts importants.

On connaît encore de US-A-5 515 804 un navire à 10 touret monté sur deux paliers situés de part et d'autre de la ligne de flottaison. Ce touret peut être installé aussi bien sur des montures extérieures à la coque du navire que dans un puits formé dans cette coque. Le palier inférieur comporte des roulements limitant les 15 mouvements radiaux du touret. Le palier supérieur est supporté au-dessus du pont par des bras élastiques qui autorisent certains mouvements radiaux du touret à ce niveau, provoqués par des charges fortes ou extrêmes transmises au touret.

20 Le palier inférieur, étant étroitement lié à la coque et au touret, est susceptible de transmettre au touret des déformations de la coque du navire, dans l'hypothèse où le touret est installé dans un puits de cette coque. Il faut évidemment éviter que ces déformations ne 25 provoquent une ovalisation des parties coopérantes du touret et du puits de la coque, et donc un endommagement des zones de contact. Ceci exige un surdimensionnement coûteux du touret et de la structure de la coque autour du puits ainsi que l'obtention de très bonnes 30 concentricités et circularités des parties coopérantes du touret, des roulements et du puits. Les bras élastiques supportant le palier supérieur doivent être capables d'absorber les charges extrêmes que peut subir le touret. Là encore, un surdimensionnement coûteux de ces bras est 35 à prévoir.

La présente invention a pour but de réaliser un dispositif de mouillage pour navire à touret du type décrit en préambule de la présente description, qui ne présente pas les inconvénients des dispositifs décrits  
5 ci-dessus, et qui, en particulier, n'exige pas les surdimensionnements évoqués ci-dessus tout en limitant l'occurrence de chocs répétés entre le touret et la structure de la coque du navire, et en assurant la résistance de ceux-ci aux chocs extrêmes.

10 La présente invention a aussi pour but de réaliser un tel dispositif à prix contenu et à coût de maintenance réduit.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description  
15 qui va suivre, avec un dispositif de mouillage du type décrit en préambule de la présente description, remarquable en ce qu'au moins un desdits moyens de palier du touret de ce dispositif comprend a) des moyens d'appui en contact avec la périphérie du touret et formant palier  
20 pour celui-ci, b) des moyens pour supporter élastiquement lesdits moyens d'appui, et c) des moyens de butée solidaires du navire, disposés autour et à distance du touret pour en limiter les déplacements horizontaux sous des efforts appliqués au touret surpassant les valeurs de  
25 ces efforts pour lesquels lesdits moyens de support élastiques et lesdits moyens d'appui sont dimensionnés.

Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, lesdits moyens d'appui prennent la forme d'une couronne sensiblement coaxiale au touret et  
30 supportée dans son plan par lesdits moyens de support élastiques.

Comme on le verra plus loin, cette couronne assure à la fois un centrage efficace du touret dans son puits et un découplage de celui-ci par rapport au puits. On réduit  
35 ainsi l'occurrence de chocs répétés entre le touret et le

navire et on évite que des déformations de la coque de ce navire ne se transmettent au touret.

Suivant un mode de réalisation du dispositif selon l'invention, les moyens de support de la couronne sont  
5 constitués par une pluralité de colonnettes flexibles d'axes parallèles à celui du touret et distribuées circulairement autour de cet axe, chaque colonnette étant ancrée par une extrémité dans la coque du navire et supportant ladite couronne par son autre extrémité.

10 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue schématique, en élévation  
15 et en coupe axiale, d'un mode de réalisation du dispositif de mouillage de navire à touret suivant l'invention,

- la figure 2 est une vue en élévation et en coupe axiale d'une variante du détail A de la figure 1,

20 - la figure 3 est une vue en élévation et en coupe axiale d'une variante du détail B de la figure 1,

- la figure 4 est une vue en élévation et en coupe axiale d'une partie du dispositif de la figure 1,

- la figure 5 est une vue analogue à celle  
25 représentée à la figure 4, d'un autre mode de réalisation de la partie du dispositif représentée à cette figure, et

- les figures 6 et 7 sont des variantes des modes de réalisation représentés aux figures 4 et 5, respectivement.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où l'on  
30 a représenté une partie d'un navire FPSO comportant classiquement un puits 1 et un touret 2 monté à rotation dans le puits, ce touret 2 constituant une partie du dispositif, suivant l'invention, de mouillage de ce navire. Le touret 2 est lui-même équipé classiquement, à  
35 son extrémité inférieure, d'une table d'ancrage 3, à

laquelle sont fixées des extrémités de lignes de mouillage  $4_1, 4_2$ , etc..., qui se développent en caténaire jusqu'au fond marin où elles sont ancrées.

Des lignes de transfert  $5_1, 5_2$ , etc... de produits  
5 pétroliers remontent de puits sous-marins jusqu'au-dessus du pont 6 du navire, à travers la table d'ancrage 3 et le touret 2, qui prend par exemple la forme d'un cylindre creux, d'axe vertical X.

En partie supérieure du touret, au-dessus du pont 6,  
10 on trouve classiquement un treuil 7 pour régler la tension de lignes de mouillage  $4_1, 4_2$ , etc..., un joint tournant 8 pour distribuer les produits pétroliers arrivant par les lignes  $5_1, 5_2$ , etc... des lignes de service et des circuits annexes  $9_1, 9_2$ , etc... On trouve  
15 encore sur le pont 6, à proximité du touret 2 par exemple, un escalier d'accès 10 et une grue 11 de manutention de pièces et d'appareils équipant le touret.

Le dispositif de mouillage constitué par le touret 2 est monté à rotation dans le puits 1 autour de l'axe X  
20 par des premier et deuxième moyens de palier 12 et 13, respectivement.

Dans le mode de réalisation du dispositif représenté à la figure 1, le premier moyen de palier 12 prend la forme classique d'un palier à roulements 14 monté sur une  
25 structure de support 15 de ce roulement sur le pont. Un tel palier à roulement est bien connu et peut prendre la forme, par exemple, de celui représenté à la figure 13 du brevet des USA n° 5 515 804 précité, comprenant deux ensembles de galets reprenant des charges orientées  
30 suivant l'axe du touret et un ensemble de galets reprenant les charges radiales appliquées au touret.

Pour reprendre ces dernières charges, le deuxième palier 13 du dispositif de mouillage comprend, suivant la présente invention, des moyens d'appui constitués par  
35 exemple, comme représenté à la figure 1, par une couronne

16 montée concentriquement au touret 2 par l'intermédiaire de moyens de support élastiques 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, etc... ancrés par une extrémité sur la structure de la coque du navire. La couronne 16 peut être réalisée dans un matériau  
5 métallique propre à lui donner la rigidité voulue.

A titre d'exemple illustratif et non limitatif, les moyens de support 17<sub>i</sub> (i de 1 à n) de la couronne 16 peuvent être constitués par une pluralité de colonnettes 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, etc... d'axes parallèles à celui (X) du touret,  
10 distribuées angulairement et régulièrement autour de celui-ci dans un espace 18 réservé dans le fond de la coque du navire. Dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, la couronne 16 est montée au niveau de la table d'ancrage 3 du touret 2 et présente un diamètre  
15 intérieur égal, à un jeu de quelques millimètres près, au diamètre extérieur de ladite table d'ancrage. Celle-ci est équipée, en regard de son contact avec la couronne 16, d'une structure annulaire d'appui 19 dont la surface de contact 20 avec la couronne est garnie d'un matériau  
20 antifriction capable de supporter de fortes charges sans écrasement. La surface de contact 20 du côté de la couronne 16 est aussi garnie d'un matériau à faible friction tel qu'un acier inoxydable, un bronze ou une résine organique.

25 L'espace 18 formé dans la coque du navire présente une paroi périphérique annulaire 21 concentrique au puits 1, qui entoure la couronne 16. En absence de charges radiales appliquées au touret, la couronne 16 centre le touret 2 dans le puits 1 de manière que le jeu séparant  
30 la paroi 21 de la périphérie de la couronne 16 soit sensiblement constant, et prédéterminé à une valeur de l'ordre de quelques centimètres par exemple.

On comprend que le montage élastique de la couronne 16 sur les colonnettes 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, etc... assure un rappel  
35 élastique de cette couronne quand celle-ci se déplace



dans son plan, perpendiculairement à l'axe X du touret, sous l'action d'efforts radiaux transmis au touret 2, jusqu'à venir éventuellement en contact avec la paroi annulaire 21 qui constitue ainsi des moyens de butée pour la couronne 16.

Les colonnettes 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, etc... présentent une raideur en flexion, vis-à-vis des charges radiales, calculées à partir des considérations qui vont suivre.

L'un des buts de la présente invention est d'éviter que le touret soit soumis à des chocs répétés contre le puits sous l'action de houles de forte amplitude induisant des efforts importants, de manière à diminuer l'occurrence de ces chocs répétés qui peuvent, à la longue, fatiguer et la structure du touret et celle du navire, et endommager les surfaces de contact.

La raideur des colonnettes est alors calculée pour que la raideur globale de l'ensemble formé la couronne 16 et ses colonnettes de support assure le rappel élastique de la couronne 16 et du touret 2 jusqu'à une charge radiale d'intensité maximale choisie, pour éviter alors des chocs de la couronne 16 contre la paroi périphérique 21 de l'espace 18.

L'intensité de la charge maximale est choisie pour que soit supprimée ainsi l'occurrence des chocs, dans la plupart des situations rencontrées par le navire. C'est seulement dans le cas de charges radiales extrêmes, dépassant ladite charge maximale, que la couronne 16 peut venir en contact avec la paroi 21, après franchissement du jeu qui les sépare. Ce jeu constitue ainsi, avec la raideur de l'ensemble colonnette/couronne, l'un des paramètres essentiels du calcul du dispositif suivant la présente invention.

Dans le cas de telles charges extrêmes, les chocs ne sont pas évités mais leur intensité est diminuée par le fait qu'une partie de l'énergie encaissée est absorbée

par les colonnettes de support de la couronne. En outre, les chocs s'effectuent dans la partie du dispositif qui n'est pas équipée de surface fragile de glissement.

Il apparaît ainsi que le palier à couronne 16 du  
5 dispositif suivant l'invention supprime la plupart des situations génératrices de chocs répétés du touret 2 contre le puits 1 du navire et atténue l'intensité des chocs résiduels. Il découple mécaniquement la base du touret de la coque du navire, ce qui évite que des  
10 déformations de celle-ci ne soient transmises au touret. Il n'est donc plus nécessaire de renforcer la coque au niveau du palier à cause de ces déformations, ce qui est économique.

Il apparaît aussi que le palier à couronne du  
15 dispositif suivant l'invention est de structure et d'entretien simples et n'exige en particulier aucun moyen d'étanchéité, le seul lubrifiant utilisé étant l'eau de mer. La couronne peut être fabriquée de manière économique en atelier, avec la précision requise, avant  
20 d'être simplement montée sur le navire, un tanker reconverti par exemple, comme on l'a vu plus haut. De manière économique encore, le palier suivant l'invention évite d'avoir à surdimensionner un palier unique installé au niveau du pont du navire.

25 On se réfère maintenant aux figures 2 à 5 du dessin annexé où des références numériques identiques à celles utilisées sur la figure 1 repèrent des éléments ou organes identiques ou analogues.

On a représenté à la figure 2 une variante du  
30 dispositif de la figure 1, qui s'en distingue par l'agencement du deuxième moyen de palier 13 (détail A de la figure 1). Dans cette variante, il apparaît que la table d'ancrage 3 du touret 2 se situe à un niveau inférieur à celui de la paroi périphérique 21 de l'espace  
35 18 formé en fond de coque du navire. La couronne 16 porte

alors sur le fût du touret 2 et non plus sur la périphérie de la table d'ancrage 3. C'est toujours la paroi 21 de l'espace 18 qui sert de butée à la couronne 16, sous charges extrêmes.

5        La figure 3 représente une autre variante du dispositif de la figure 1, qui s'en distingue par la structure des premiers moyens de palier 12 (détail B de la figure 1). Le moyen de palier classique à roulements du dispositif de la figure 1 est remplacé par un palier à  
10 couronne 16' équivalente à la couronne 16 de la figure 1. Comme cette couronne 16, la couronne 16' est montée sur des colonnettes 17'<sub>1</sub>, 17'<sub>2</sub>, etc... parallèles à l'axe du touret 2 et ancrées par une extrémité sur le fond d'un espace 18' s'ouvrant sur le pont 6 et délimité  
15 latéralement par une paroi périphérique 21' entourant circulairement la couronne 16' avec un jeu constant prédéterminé, tout comme la couronne 16 du palier inférieur. Un palier à roulements 14' est interposé entre la couronne 16' et le touret pour jouer le rôle du palier  
20 à roulements 14 du dispositif de la figure 1.

Le touret du dispositif de la figure 1 est alors supporté, aussi bien au-dessus qu'au-dessous de la ligne de flottaison du navire, par des paliers 16 et 16' suivant l'invention, à rappel élastique, qui assurent un  
25 support radial élastique du touret dans son puits, aussi bien en partie haute qu'en partie basse. Cette solution est avantageuse dans le cas de navires souples dont les déformations de la coque pourraient induire des efforts importants au niveau supérieur et au niveau inférieur du  
30 touret.

Bien entendu, en variante, le palier inférieur 13 du touret de la figure 3 pourrait être du type de celui de la figure 2, plutôt que de celui représenté à la figure 1. De même, on pourrait combiner un palier supérieur  
35 souple avec un palier inférieur rigide classique.

On a représenté à la figure 4, en coupe axiale partielle, un premier mode de réalisation du ou des paliers à couronne suspendue formant partie des dispositifs représentés aux figures 1 à 3. On retrouve à la figure 4 la couronne 16 et une des colonnettes 17<sub>1</sub> de support de cette couronne. L'ancrage 23<sub>1</sub> de la colonnette 17<sub>1</sub> est fixé dans la structure 24 de la coque du navire, ou dans des renforts de cette coque montés autour du puits 1. L'autre extrémité 24<sub>1</sub> de la colonnette 17<sub>1</sub> pénètre dans un perçage de la couronne 16, d'axe parallèle à celui de cette couronne, pour supporter la couronne 16 par l'intermédiaire d'une rotule 25<sub>1</sub>.

On a représenté à la figure 5 une variante du mode de réalisation de la figure 4, qui s'en distingue en ce que les extrémités rotulées 25'<sub>1</sub> et ancrées 23'<sub>1</sub> de la colonnette 17<sub>1</sub> sont inversées par rapport à celles de la colonnette de la figure 4.

La liaison rotulée de la colonnette 17<sub>1</sub> permet de libérer la rotation et les moments à l'une ou l'autre des extrémités de colonnette, choisie en fonction du dessin de l'ensemble du dispositif.

Il est clair que les efforts radiaux peuvent être transmis aussi bien au niveau du fût du touret 2, comme à la figure 2, qu'au niveau de la table d'ancrage 3, comme à la figure 1. Dans un cas comme dans l'autre, la surface intérieure de la couronne 16 qui porte sur le touret est garnie de préférence d'un matériau antifriction 26, propre à abaisser le coefficient de frottement de ce matériau sur la surface métallique du touret. Bien entendu, ce matériau pourrait être disposé sur le touret plutôt que sur la surface intérieure de la couronne 16. De nombreux matériaux convenables sont disponibles dans le commerce, en particulier les matériaux composites stratifiés à base de résine phénolique et de fibres

organiques vendus par la société anglaise RAILKO Ltd sous le nom Tribotech 2000.

Sous des efforts extrêmes, la couronne 16 vient en butée contre une surface annulaire extérieure 21 soudée  
5 sur la coque du navire, qui joue le rôle de la surface annulaire périphérique de la chambre 18 ou 18' dans les modes de réalisation des figures 1 à 3.

On a représenté aux figures 6 et 7 des variantes des dispositifs représentés aux figures 4 et 5 respectivement,  
10 qui se distinguent de ces dernières uniquement en ce que la mise en butée sous efforts extrêmes s'opère entre une surface annulaire 21 solidaire de la coque du navire et le touret 2, plutôt qu'avec la couronne 16.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux  
15 modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. C'est ainsi que la présente invention s'étend à des dispositifs de mouillage dans lesquels la ou les couronnes formant palier suspendu sont supportées par des moyens élastiques autres que des  
20 colonnettes tels que, par exemple, des blocs ou anneaux en matériaux élastomères, éventuellement frettés. Elle s'étend aussi à des dispositifs comprenant des moyens d'appui équivalents à la couronne décrite ci-dessous tels que, par exemple, une distribution annulaire d'organes  
25 d'appui ou de galets individuels montés chacun sur un organe de support élastique.

## REVENDECATIONS

1. Dispositif de mouillage pour navire d'exploitation de champs pétroliers en mer, du type comprenant des lignes de mouillage ( $4_1, 4_2, \dots$ ) raccordées à un touret 2  
5 généralement cylindrique d'axe vertical (X) monté à rotation autour de cet axe dans un puits (1) ménagé dans la coque du navire, ledit touret (2) étant maintenu dans ledit puits (1) par des premier (12) et deuxième (13) moyens de palier espacés l'un de l'autre suivant l'axe  
10 (X) du touret, caractérisé en ce qu'au moins un desdits moyens de palier comprend :

- a) des moyens d'appui ( $16$ ) en contact avec la périphérie du touret (2) et formant palier pour celui-ci,
- b) des moyens ( $17_1$ ) pour supporter élastiquement lesdits  
15 moyens d'appui, et
- c) des moyens de butée ( $21$ ) solidaires du navire, disposés autour et à distance du touret (2) pour en limiter les déplacements horizontaux sous des efforts appliqués au touret (2) surpassant les valeurs de ces efforts pour  
20 lesquels lesdits moyens de support élastiques ( $17_1$ ) et lesdits moyens d'appui ( $16$ ) sont dimensionnés.

2. Dispositif conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'appui sont constitués par une couronne ( $16$ ) sensiblement coaxiale au touret et  
25 supportée dans son plan par lesdits moyens de support élastiques.

3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de support sont constitués par une pluralité de colonnettes flexibles  
30 ( $17_1$ ) d'axes parallèles à celui (X) du touret (2) et distribuées circulairement autour de cet axe chaque colonnette ( $17_1$ ) étant ancrée par une extrémité ( $23_1$ ) dans la coque du navire et supportant ladite couronne ( $16$ ) par son autre extrémité ( $24_1$ ).

4. Dispositif conforme à la revendication 3, caractérisé en ce qu'une des extrémités de chaque colonnette est munie d'une liaison rotulée (25<sub>1</sub>;25'<sub>1</sub>).

5 5. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée (21) sont agencés au niveau de ladite couronne (16) pour en limiter les déplacements horizontaux.

10 6. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée (21) sont agencés de manière à coopérer avec la surface extérieure du touret (2), pour limiter l'amplitude de ses déplacements horizontaux.

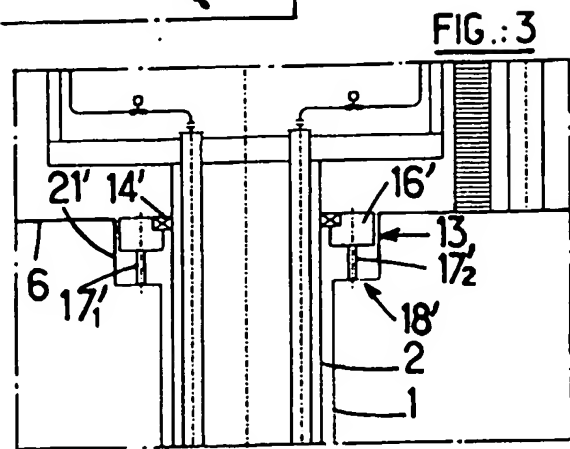
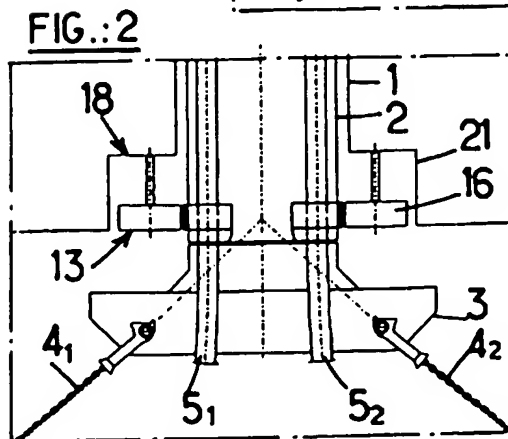
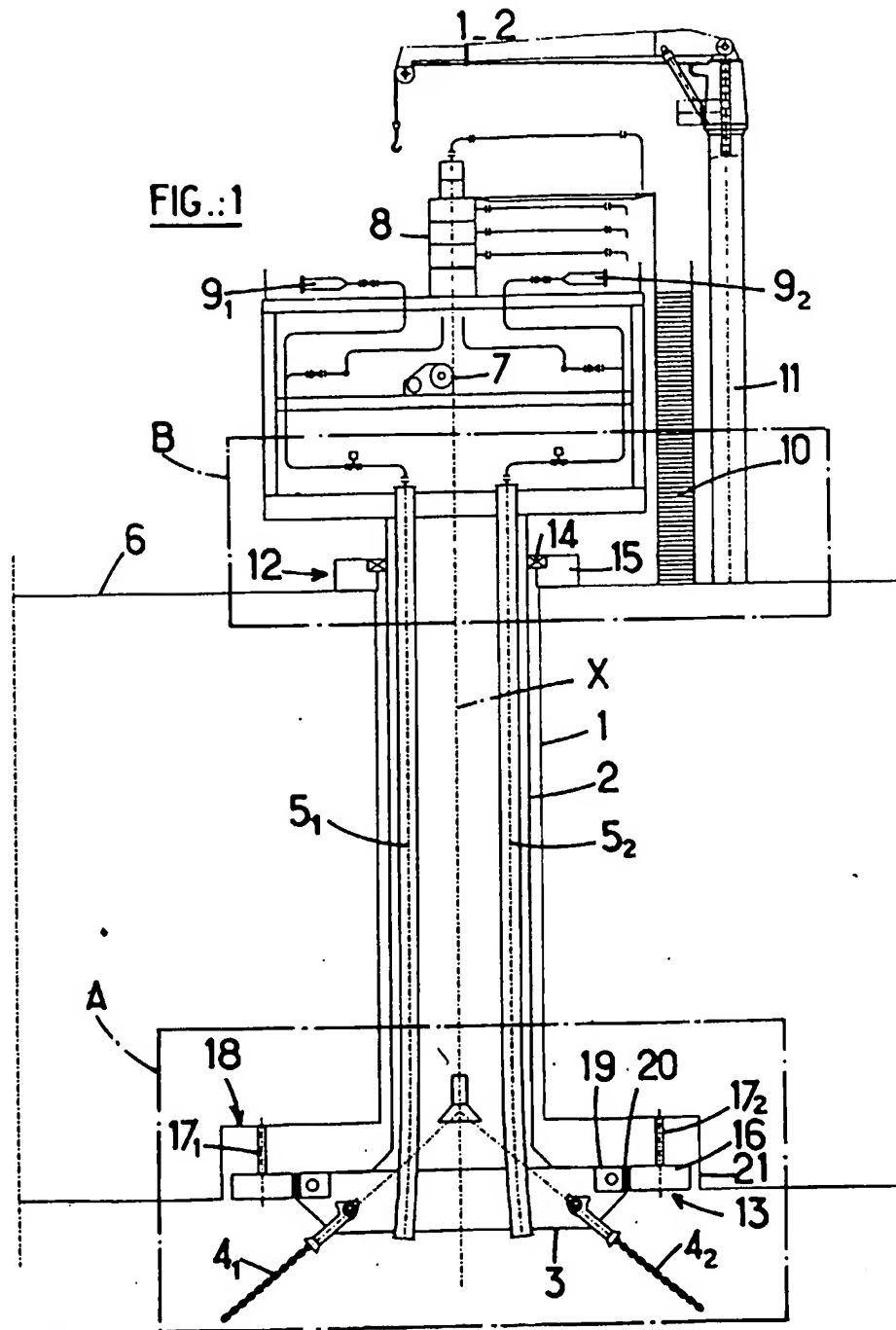
15 7. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la surface formant palier de ladite couronne (16) est recouverte d'un matériau (26) à faible coefficient de frottement.

20 8. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que la surface du touret (2) en contact avec ladite couronne (16) est recouverte d'un matériau à faible coefficient de frottement.

9. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit au moins un moyen de palier (13) est situé sous la ligne de flottaison du navire.

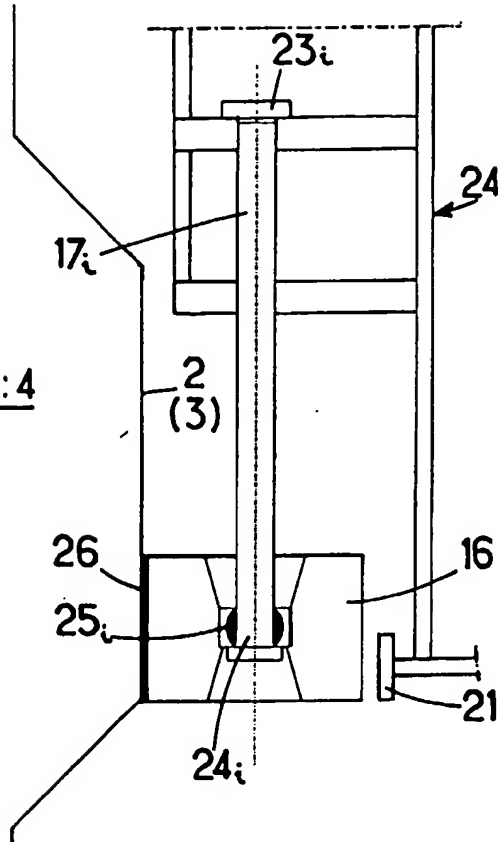
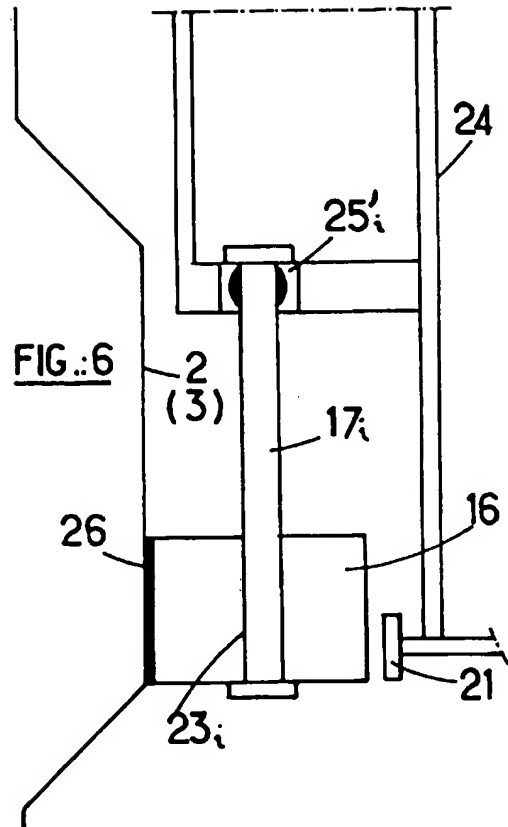
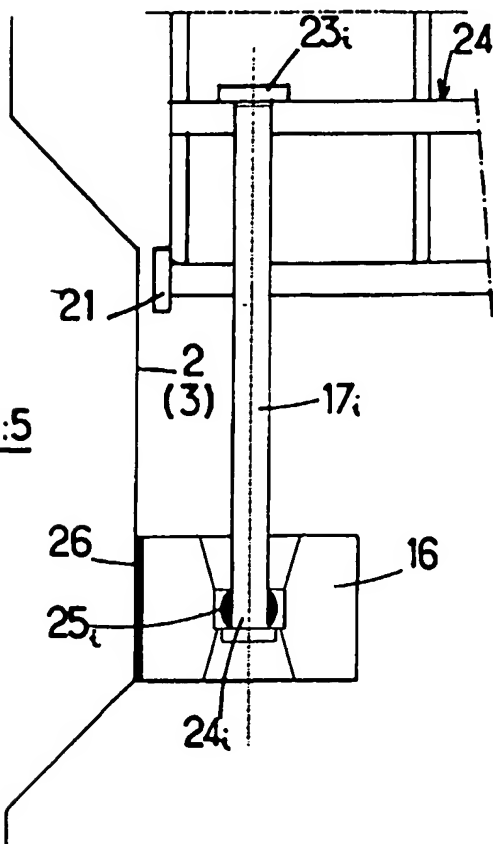
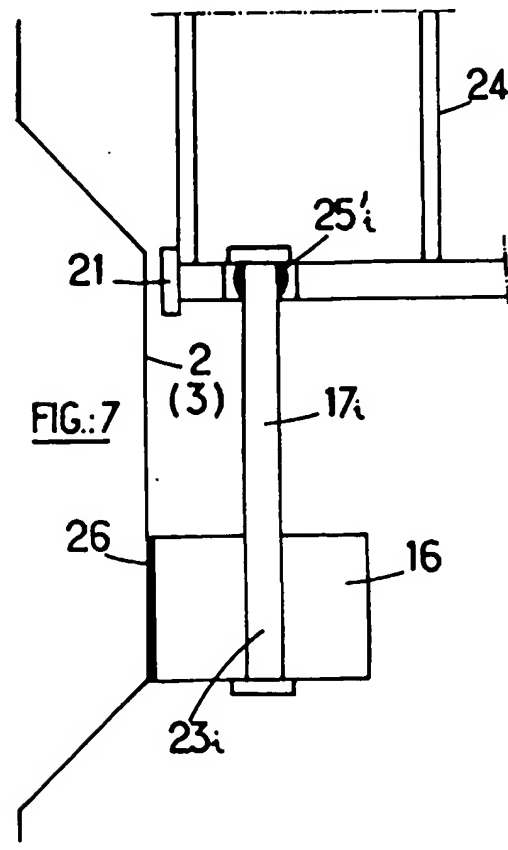
25 10. Dispositif conforme à la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée (21) sont agencés de manière à coopérer avec la périphérie d'une table d'ancrage (3) formant partie du touret.

30 11. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit au moins un moyen de palier est agencé au niveau du pont (6) du navire.





2\_2

FIG.:4FIG.:6FIG.:5FIG.:7

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement  
nationalFA 549277  
FR 9713915

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	WO 86 02329 A (KEY OCEAN SERVICES) 24 avril 1986	1
A	* page 6, ligne 19 - page 7, ligne 12; figures 1-3 *	9-11
Y	US 4 496 252 A (BBC BROWN BOVERI) 29 janvier 1985	1
A	* colonne 2 - colonne 3; figures 1-6 *	2,3,5
A	EP 0 207 915 A (ATLAS) 7 janvier 1987 * colonne 5, ligne 9 - ligne 18; figure 1 *	1,9,11
A	US 4 668 105 A (FURUKAWA) 26 mai 1987 * colonne 1 - colonne 3; figure 3 *	1-3,5
D,A	WO 96 27522 A (SINGLE BUOY MOORINGS INC) 12 septembre 1996 * page 4, ligne 17 - ligne 38; figures 1,2 *	1
D,A	US 5 515 804 A (IMODCO) 14 mai 1996 * abrégé; figures 1-10 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B63B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
21 juillet 1998		Flores, E
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

## FR 2 770 484 A

The present invention relates to an anchoring device for a vessel for working oil fields at sea and, more particularly, to such a device of the type comprising anchoring lines connected to a generally cylindrical reel with a vertical axis mounted in such a manner that it rotates around this axis in a shaft formed in the vessel hull, which reel is held in this shaft by first and second bearing means spaced along the reel axis.

Vessels of the type called "F.P.S.O. (from English "Floating, Production, Storage and Offloading vessel) are known that are designed to replace the classic fixed platforms used to work oil fields in the ocean. The reel that equips such a vessel has the purpose of permitting the vessel to turn around the reel axis in such a manner as to align itself with the dominant current or wind without this rotation disturbing the anchoring lines of the vessel, that are connected to the reel, or the lines for the transfer of petroleum products, or risers, that run through the reel in order to discharge the production of the underwater well onto the vessel.

The reel is mounted in such a manner that it can rotate in the well of the vessel hull receiving it via at least one roller bearing installed at the level of the bridge of the vessel. In the absence of a second bearing the bearing installed on the bridge must be able to support by itself, aside from the weight of the reel, very significant flexing moments due to the strains applied by the anchoring lines, which implies a dimensioning of the reel and of the bearing rollers as well as of the reinforcements of the bridge of the vessel, most often constituted by a classic tanker converted into an FPSO vessel.

In order to reduce the cost of this dimensioning, International Patent Application WO 96/27522 teaches the following solution in which a second bearing, smooth, is located below the level of the first one. A play is provided between the parts of the second bearing that are integral with the reel and those that are integral with the vessel hull. When a flexing moment exceeding a predetermined value is exerted on the reel, the stopping of these parts of the smooth bearing allows the deflection of the reel to be limited. In contrast thereto, at the existence of a play in the bearing allows the occurrence of repeated shocks between these parts of the bearing that can degrade the reel and the well that it contains, e.g., in the case of a strong swell that induces significant strains.

It follows from the above that the second bearing cited above is not a bearing in the full sense of the word and establishes a permanent link between the reel and the vessel hull.

Reel vessels are also known in which the reel is supported and guided by two true bearings located one above and the other below the waterline of the vessel. Such bearings allow a reduction of the dimensions of the reel and of the necessary reinforcements of the vessel hull. On the other hand, it is necessary to make expensive arrangements in order to ensure the necessary concentricity of the two bearings. Furthermore, the presence of a bearing below the waterline poses problems resulting from the immersion of this bearing. When this bearing is formed by mechanical rollers it is necessary to isolate them from the ocean water by sealing devices and/or pressurization that allow their functioning as well as their accessibility to maintenance personnel. A solution is also known that consists in installing the lower bearing at the level of the neutral fiber of the vessel hull, considered as a beam subjected to flexing strains, in such a manner as to minimize the influence of deformations of the hull that tend to be transmitted to the reel by the bearing. However, it is then necessary to significantly reinforce the hull at the level of the neutral fiber in order to support the bearing, whereas at this level, situated approximately at mid-hull, the structure of the original tanker is not equipped to support significant strains.

Also, US-A-5,515,804 teaches a reel vessel mounted on two bearings situated on both sides of the waterline. This reel can be installed on mountings outside the vessel hull or in a shaft formed in this hull. The lower bearing comprises rollers limiting the radial movements of the reel. The upper bearing is supported above the bridge by elastic arms that allow certain radial movements of the reel at this level caused by heavy or extreme loads transmitted to the reel.

The lower axle, that is closely connected to the hull and to the reel, tends to transmit deformations of the vessel hull to the reel if the reel is installed in a shaft of this hull. It is obviously necessary prevent these deformations from causing an ovalization of the cooperating parts of the reel and of the hull shaft and therefore a damaging of the contacts zones. This requires an expensive overdimensioning of the reel and of the hull structure around the shaft as well as the obtention of very good concentricities and circularities of the cooperating parts of the reel, of the rollers and of the shaft. The elastic arms supporting the upper bearing must be

capable of absorbing the extreme loads that the reel can undergo. Here too, an expensive overdimensioning of these arms must be provided.

The present invention has the problem of realizing an anchoring device for a reel vessel of the type described in the preamble of the present specification that does not have the disadvantages of the devices described above and that in particular does not require the overdimensions cited above yet while limiting the occurrence of repeated shocks between the reel in the structure of the vessel hull and while ensuring the resistance of the latter to extreme shocks.

The present invention also has the problem of realizing such an apparatus at a reasonable price and at a reduced maintenance cost.

These problems of the invention as well as others that will be apparent from a reading of the following specification are solved with an anchoring apparatus of the type described in the preamble of the present specification that is remarkable in that at least one of said bearing means of the reel of this device comprises a) Shoring means in contact with the periphery of the reel and forming a bearing for it, b) Means for elastically supporting these shoring means, and c) Stop means integral with the vessel and arranged around and at an interval from the reel in order to limit its horizontal movements under strains applied to the reel that exceed the values of the strains for which these elastic support means and these shoring means are dimensioned.

According to a preferred embodiment of the invention these shoring means take the form of a crown that is approximately coaxial with the reel and is supported in its plane by these elastic support means.

As will be seen in the following, this crown simultaneously ensures an effective centering of the reel in its shaft and a decoupling of it relative to the shaft. This reduces the occurrence of repeated shocks between the reel and the vessel and avoids deformations of the hull of this vessel from being transmitted to the reel.

According to an embodiment of the device in accordance with the invention the support means of the crown are constituted by a plurality of small, flexible columns with axes parallel to that of the reel and distributed circularly around this axis. Each small column is anchored by one end in the vessel hull and supports this crown by its other end.

Other characteristics and advantages of the present invention will appear from a reading of the following description and from an examination of the attached drawings in which:

Figure 1 is a schematic view in elevation and axial section of an embodiment of the anchoring device for a reel vessel in accordance with the invention.

Figure 2 is a view in elevation and in axial section of a variant of detail A in figure 1.

Figure 3 is a view in elevation and in axial section of a variant of detail B in figure 1.

Figure 4 is a view in elevation and in axial section of a part of the device of figure 1.

Figure 5 is a view, analogous to that shown in figure 4, of another embodiment of the part of the device shown in this figure.

Figures 6 and 7 are variants of the embodiment shown in figures 4 and 5 respectively.

Figure 1 of the attached drawings shows a part of an FPSO vessel classically comprising a shaft 1 and a reel 2 rotatably mounted in the shaft. This reel 2 constitutes a part of the anchoring device in accordance with the invention and of this vessel. Reel 2 itself is classically equipped at its lower end with anchoring table 3 to which ends of anchoring lines 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, etc.... are fixed that open out in a catenary down to the ocean bottom where they are anchored.

Transfer lines 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, etc.... for petroleum products rise from underwater wells to above bridge 6 of the vessel through anchoring table 3 and reel 2, that takes the form, e.g., of a hollow cylinder with vertical axis X.

A winch 7 for regulating the tension of anchoring lines 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, etc...., a turning joint 8 for distributing the petroleum products arriving via lines 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, etc.... of the service lines and of annexed circuits 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub>, etc.... are classically located at the upper part of the reel above bridge 6. Access ladder 10 and crane 11 for handling pieces and apparatuses equipping the reel are also located on bridge 6 in the proximity of reel 2.

The anchoring device constituted by reel 2 is rotatably mounted in shaft 1 around axis X by the first and second bearing means 12, 13.

In the embodiment of the device shown in figure 1 the first bearing means 12 takes the classic form of a roller bearing 14 mounted on support structure 15 of this roller on the bridge. Such a roller bearing is well known and take the form, e.g., of the one shown in figure 13 of cited USA patent No. 5,515,804, comprising two sets of rollers that absorb loads oriented along the reel axis and a set of rollers that absorb the radial loads applied to the reel.

In order to absorb these latter loads, second bearing 13 of the anchoring device comprises, in accordance with the present invention, shoring means constituted, e.g., as is shown in figure 1, by a crown 16 mounted concentrically to reel 2 via elastic support means 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>,

etc.... anchored by one end to the structure of the vessel hull. Crown 16 can be realized from a metallic material suitable for imparting the desired rigidity to it.

By way of illustrative and non-limiting example, support means  $17_i$  ( $i$  from 1 to  $n$ ) of crown 16 can be constituted by a plurality of small columns  $17_1$ ,  $17_2$ , etc.... with axes parallel to that (X) of the reel distributed angularly and regularly around the latter in a space 18 reserved in the bottom of the vessel hull. In the embodiment shown in figure 1 crown 16 is mounted at the level of anchoring table 3 of reel 2 and has an inside diameter equal, with a play of approximately several millimeters, to the outside diameter of this anchoring table. The latter is equipped, as regards its contact with crown 16, with annular shoring structure 19 whose contact surface 20 with the crown is provided with an anti-friction material capable of supporting heavy loads without being crushed. The surface of contact 20 on the side of crown 16 is also provided with a material with low friction such as stainless steel, bronze or an organic resin.

Space 18 formed in the vessel hull has annular peripheral wall 21 concentric to shaft 1, that surrounds crown 16. In the absence of radial loads applied to the reel, crown 16 centers reel 2 in shaft 1 in such a manner that the play separating wall 21 from the periphery of crown 16 is approximately constant and predetermined at a value on the order of, e.g., several centimeters.

It can be understood that the elastic mounting of crown 16 on small columns  $17_1$ ,  $17_2$ , etc.... ensures an elastic return movement of this crown when the latter moves in its plane perpendicularly to axis X of the reel under the action of radial strains transmitted to reel 2 until possibly coming in contact with annular wall 21, that thus constitutes stop means for crown 16.

Small columns  $17_1$ ,  $17_2$ , etc.... have a stiffness in flexion relative to radial loads calculated from following considerations.

One of the problems of the present invention is to prevent the reel from being subjected to repeated chocks against the shaft under the action of wide-amplitude swells inducing significant strains in such a manner as to reduce the occurrence of these repeated chocks that can, over time, cause fatigue to the structure of the reel and to that of the vessel and damage the contact surfaces.

The stiffness of the small columns is then calculated in such a manner that the global stiffness of the unit formed by crown 16 and its support columns ensures an elastic return movement of crown 16 and of reel 2 up to a radial load with a selected maximal intensity in order to avoid shocks of crown 16 against peripheral wall 21 of space 18.

The intensity of the maximal load is selected so that the occurrence of shocks is eliminated in the majority of the situations encountered by the vessel. It is only in the case of extreme radial loads exceeding this maximal load that crown 16 can come in contact with wall 21 after having traversed the play that separates them. Thus, this play constitutes, together with the stiffness of the small column/crown unit, one of the essential parameters of the calculation of the device according to the present invention.

In the case of such extreme loads the shocks cannot be avoided but their intensity is reduced by the fact that a part of the stored energy is absorbed by the small columns of the crown support. Furthermore, the shocks are felt on the part of the device that is not provided with a fragile gliding surface.

It thus appears that the bearing for crown 16 of the device in accordance with the invention eliminates the majority of the situations generated by repeated shocks of reel 2 against shaft 1 of the vessel and attenuates the intensity of the residual shocks. It mechanically uncouples the reel base from the vessel hull, which prevents deformations of the latter from being transmitted to the reel. Therefore, it is no longer necessary to reinforce the hull at the level of the bearing on account of these deformations, which is economical.

It is also apparent that the crown bearing of the device in accordance with the invention has a simple structure, is simple to maintain and, in particular, does not require any sealing means as the only lubricant used is sea water. The crown can be manufactured in the workshop in an economic manner with the required precision before being simply mounted on the vessel, a reconverted tanker, for example, as was presented above. The bearing of the invention also economically avoids having to overdimension a single bearing installed at the level of the vessel bridge.

Reference will now be made to figures 2 to 5 of the attached drawings in which reference numerals identical to those used for figure 1 designate identical or analogous elements or members.

Figure 2 shows a variant of the device of figure 1, that differs from it by the arranging of the second bearing means 13 (detail A in figure 1). In this variant it is apparent that anchoring table 3 of reel 2 is situated at a level lower than that of peripheral wall 21 of space 18 formed at the bottom of the vessel hull. Crown 16 then rides on the drum of reel 2 and no longer on the



periphery of anchoring table 3. Wall 21 of space 18 still functions as a stop for crown 16 under extreme loads.

Figure 3 shows another variant of the device of figure 1 that differs from it by the structure of the first bearing means 12 (detail B of figure 1). The classic roller bearing means of the device of figure 1 is replaced by crown bearing 16' equivalent to crown 16 of figure 1. Like this crown 16, crown 16' is mounted on small columns 17'<sub>1</sub>, 17'<sub>2</sub>, etc... parallel to the axis of reel 2 and anchored by one end on the bottom of space 18' opening onto bridge 6 and delimited laterally by peripheral wall 21' circularly surrounding crown 16' with a constant predetermined play just like crown 16 of the lower bearing. Roller bearing 14' is interposed between crown 16' and the reel in order to play the part of roller bearing 14 of the device of figure 1.

The reel of the device of figure 1 is then supported, above as well as below the waterline of the vessel, by bearing 16 and 16' in accordance with the invention that ensure an elastic radial support of the reel in its shaft in both the top part and the bottom part. This solution is advantageous in the case of flexible vessels whose deformations of the hull might cause significant strains at the upper level and at the lower level of the reel.

Of course, lower bearing 13 of the reel of figure 3 could be, as a variant, the type of the one in figure 2 rather than the one shown in figure 1. Likewise, a flexible upper bearing could be combined with a classic rigid lower bearing.

Figure 4 shows a first embodiment of the suspended crown bearing or bearings in partial axial section forming part of the devices shown in figures 1 to 3. Figure 4 again shows crown 16 and one of small support columns 17<sub>1</sub> of this crown. Anchoring 23<sub>1</sub> of small column 17<sub>1</sub> is fixed in structure 24 of the vessel hull or in reinforcements of this hull mounted around shaft 1. The other end 24<sub>1</sub> of small column 17<sub>1</sub> penetrates into a pierced area of crown 16 with an axis parallel to that of this crown in order to support crown 16 via spheric pair [knuckle joint] 25<sub>1</sub>.

Figure 5 shows a variant of the embodiment of figure 4 that differs from it in that end 25'<sub>1</sub> that has spheric pairs and anchored end 23<sub>1</sub> of small column 17<sub>1</sub> are inverted relative to those of the small column of figure 4.

The connection with a spheric pair of small column 17<sub>1</sub> allows a freeing of the rotation and of the movement to the one or the other end of the small column selected as a function of the design of the entire device.

It is clear that the radial strains can be transmitted to the level of the drum of reel 2, as in figure 2, as well as to the level of anchoring table 3, as in figure 1. In both instances, the inner surface of crown 16 riding on the reel is preferably provided with an antifriction material 26 suitable for lowering the coefficient of friction of this material on the metallic surface of the reel. Of course, this material could be arranged on the reel rather than on the inner surface of crown 16. Numerous suitable materials are available commercially, in particular, stratified composite materials with a phenolic resin base and consisting of organic fibers sold by the English company RAILKO Ltd. under the name of Tribotech 2000.

Under extreme strains crown 16 comes to a stop against outer annular surface 21 welded onto the vessel hull, that plays the part of the peripheral annular surface of chamber 18 or 18' in the embodiments of figures 1 to 3.

Figures 6, 7 show variants of devices shown in figures 4, 5 that differs from these latter ones solely in that the stopping under extreme strains is carried out between annular surface 21 interval with the vessel hull and reel 2 rather than with crown 16.

Of course, the invention is not limited to the embodiments described and shown, that are only given by way of example. Thus, the present invention extends to anchoring devices in which the crown or crowns forming a suspended bearing are supported by elastic means other than small columns, such as e.g., blocks or rings of elastomeric materials that can be hooped. It also relates to devices comprising shoring means equivalent to the crown described below [sic] such as, e.g., an annular distribution of shoring members or of individual rollers each mounted on an elastic support member.

## CLAIMS

1. An anchoring device for a vessel for working oil fields at sea of the type comprising anchoring lines ( $4_1, 4_2, \dots$ ) connected to a generally cylindrical reel (2) with a vertical axis (X) mounted in such a manner that it rotates around this axis in a shaft (1) formed in the vessel hull, which reel (2) is held in this shaft (1) by first (12) and second (13) bearing means spaced along the reel axis (X), characterized in that at least one of said bearing means of the reel of this device comprises:

- a) Shoring means (16) in contact with the periphery of the reel (2) and forming a bearing for it,
- b) Means ( $17_1$ ) for elastically supporting these shoring means, and
- c) Stop means (21) integral with the vessel and arranged around and at an interval from the reel (2) in order to limit its horizontal movements under strains applied to the reel (2) that exceed the values of the strains for which these elastic support means ( $17_1$ ) and these shoring means (16) are dimensioned.

2. The device according to Claim 1, characterized in that these shoring means are constituted by a crown (16) that is approximately coaxial with the reel and is supported in its plane by these elastic support means.

3. The device according to Claim 2, characterized in that these support means are constituted by a plurality of small, flexible columns ( $17_1$ ) with axes parallel to that (X) of the reel (2) and distributed circularly around this axis and that each small column ( $17_1$ ) is anchored by one end ( $23_1$ ) in the vessel hull and supports this crown (16) by its other end ( $24_1$ ).

4. The device according to Claim 3, characterized in that one of the ends of each small column is provided with a spheric pair connection ( $25_1, 25'_1$ ).

5. The device according to any one of Claims 2 to 4, characterized in that these stop means (21) are arranged at the level of this crown (16) in order to limit its horizontal movements.

6. The device according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that these stop means (21) are arranged in such a manner as to cooperate with the outer surface of the reel (2) in order to limit the amplitude of its horizontal movements.

7. The device according to any one of Claims 2 to 6, characterized in that the surface forming the bearing of this crown (16) is covered by a material (26) with a low coefficient of friction.

8. The device according to any one of Claims 2 to 7, characterized in that the surface of the reel (2) in contact with this crown (16) is covered by a material with a low coefficient of friction.

9. The device according to any one of Claims 1 to 7, characterized in that in that this at least one bearing means (13) is situated under the waterline of the vessel.

10. The device according to Claim 9, characterized in that these stop means (21) are arranged in such a manner as to cooperate with the periphery of an anchoring table (3) forming part of the reel.

11. The device according to any one of Claims 1 to 6, characterized in that this at least one bearing means is arranged at the level of the vessel bridge (6).

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**